



Avaliação do Crescimento e Nutrição Mineral de Mudas de Pimenteira-do-reino Micorrizadas em Casca de Arroz Carbonizada



Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 47

Avaliação do Crescimento e Nutrição Mineral de Mudanças de Pimenteiras-do-reino Micorrizadas em Casca de Arroz Carbonizada

Elizabeth Ying Chu
Maria de Lourdes Reis Duarte
Raimundo Freire de Oliveira
Sônia Maria Botelho

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Oriental

Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n
Caixa Postal, 48 CEP: 66095-100 - Belém, PA
Fone: (91) 3204-1000
Fax: (91) 3276-9845
E-mail: sac@cpatu.embrapa.br

Comitê Local de Editoração:

Presidente – Gladys Ferreira de Souza
Secretário-Executivo: Francisco José Câmara Figueirêdo
Membros: Izabel Cristina D. Brandão
José Furlan Júnior
Lucilda Maria Sousa de Matos
Moacyr Bernardino Dias Filho
Vladimir Bonfim Souza
Walkymário de Paulo Lemos

Revisores Técnicos

Olmar Baller Weber - Embrapa Agroindústria Tropical
Ruth Linda Benchimol - Embrapa Amazônia Oriental

Supervisor editorial: Regina Alves Rodrigues

Supervisão gráfica: Guilherme Leopoldo da Costa Fernandes

Revisor de texto: Marlúcia Oliveira da Cruz

Normalização bibliográfica: Célia Maria Lopes Pereira

Editoração eletrônica: Francisco José Farias Pereira

1ª edição

1ª impressão (2005): 300 tiragem

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Chu, Elizabeth Ying.

Avaliação do crescimento e nutrição mineral de mudas de pimenteira-do-reino micorrizadas em casca de arroz carbonizada / por Elizabeth Ying Chu ... [et al.]. - Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005.

19 p: il; 25 cm (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 47).

ISSN 1676-5265

1. Pimenta-do-reino 2. Matéria seca. 3. Colonização radicular.
I. Duarte, Maria de Lourdes Reis. II. Oliveira, Raimundo Freire de.
III. Botelho, Sônia Maria. IV. Título. V. Série.

CDD - 633.84

© Embrapa 2005

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	8
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	11
Conclusões	17
Referências Bibliográficas	18

Avaliação do Crescimento e Nutrição Mineral de Mudanças de Pimenteira-do-reino Micorrizadas em Casca de Arroz Carbonizada

Elizabeth Ying. Chu¹

Maria de Lourdes Reis Duarte²

Raimundo Freire de Oliveira¹

Sônia Maria Botelho¹

Resumo

Substrato de casca de arroz carbonizada contendo inóculo de fungo micorrízico arbuscular foi utilizado para enraizamento e micorrização de estacas herbáceas de um nó de pimenteira-do-reino (*Piper nigrum* L.), cultivar Cingapura. Utilizou-se inóculo das espécies de *Scutellospora gilmorei*, *S. heterogama* e *Acaulospora* sp. Índices de colonização radicular de 100% para *S. gilmorei* e *Acaulospora* sp. e de 93% para *S. heterogama* foram registrados 3 meses após o plantio. Nas avaliações feitas aos 6 e 12 meses após o plantio de novas estacas da mesma cultivar de pimenteira-do-reino no mesmo substrato, o índice de colonização das estacas, em todos os tratamentos, atingiu 100%. A produção de massa seca da parte aérea da planta e o conteúdo de nutrientes nas estacas micorrizadas com *S. heterogama* foram significativamente superiores as de estacas não- micorrizadas, desde a fase de enraizamento da estaca até formação de mudas em sacos de plástico contendo solo natural não-fumigado. Os incrementos de massa seca foram de 249%, 90% e 63%, respectivamente, para os tratamentos *S. heterogama*, *S. gilmorei* e *Acaulospora* sp., ao final de 6 meses, a partir da inoculação inicial. Evidenciou-se viabilidade do uso da casca de arroz carbonizada como substrato para enraizamento e micorrização das estacas de pimenteira-do-reino. A micorrização

¹ Eng. Agrôn., M. Sc., Pesquisadores da Embrapa Amazônia Oriental, Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n Caixa Postal, 48, CEP: 66095-100, Belém, PA. E-mail: ewing@cpatu.embrapa.br; freire@cpatu.embrapa.br; sonia@cpatu.embrapa.br

² Eng. Agrôn., Ph. D., Pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n Caixa Postal, 48, CEP: 66095-100, Belém, PA. E-mail: mlourdes@cpatu.embrapa.br

das estacas durante o enraizamento pode beneficiar o desenvolvimento das plantas na fase de formação de mudas. A mesma casca de arroz carbonizada contendo inóculo de fungos micorrízicos arbusculares pode ser reutilizada pelo menos durante 12 meses, sem que os fungos micorrízicos percam a capacidade de colonizar as raízes das estacas.

Termos para indexação: *Piper nigrum* L, produção de matéria seca, colonização radicular, sustentabilidade.

Growth and nutrient content of black pepper stem cuttings mycorrhized in carbonized rice husk

Abstract

Carbonized rice husk inoculated or not with arbuscular mycorrhizal fungi was used to root and to mycorrhize one-node herbaceous black pepper stem cuttings (*Piper nigrum* L.), cultivar Cingapura. The inocula of the species *Scutellospora gilmorei*, *S. heterogama* and *Acaulospora* sp. were tested. The root colonization index was 100% for *S. gilmorei* and *Acaulospora* sp. and 93% for *S. heterogama*, three months after inoculation. Evaluations done after six and 12 months with new cuttings of the same cultivar in the same rooting substrate have shown an index of 100% root colonization in all treatments. The dry mass production and nutrient content of the black pepper stem cuttings mycorrhized with *S. heterogama* have increased significantly in comparison to non mycorrhized stem cuttings, from rooting to growth phase of the plants grown in plastic bag containing natural non fumigated soil. Dry mass increments were 249%, 90% e 63% to the treatments of *S. heterogama*, *S. gilmorei* and *Acaulospora* sp., respectively, six months later. The results evidenced the viability of using carbonized rice husk as a rooting and mycorrhizing medium, at the same time. The mycorrhization can benefit the growth of black pepper during the nursery stage. The same rice husk containing inoculum of arbuscular mycorrhizal fungi can be reused at least during a period of 12 months without losing its capacity of colonizing the roots of black pepper stem cuttings.

Index terms: *Piper nigrum* L, dry matter production, root colonization, sustainability

Introdução

Embora os benefícios da associação entre fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e plantas cultivadas sejam bastante documentados, a aplicação de FMAs em larga escala ainda é limitada, por falta de inoculantes de boa qualidade e da viabilidade econômica no mercado (Saggin Júnior & Siqueira, 1996). O método mais usado para multiplicação de FMA ainda consiste em usar solo como substrato, na presença de planta hospedeira. Portanto, o uso de FMA na formação de mudas ainda é a principal aplicação de FMA em agricultura. Em plantas perenes, as mudas são transferidas para vasos ou sacos de plástico, após a germinação ou enraizamento da muda. A inoculação de FMA pode ser feita usando-se uma quantidade pequena de inóculo de espécies de FMA pré-selecionadas para as culturas de interesse econômico, durante a repicagem das mudas. Além de aumentar a absorção de nutrientes do solo pelas plantas, a micorrização pode resultar em crescimento precoce e uniforme das plantas (Vinayake & Bagyaraj, 1990), além de aumentar também a produtividade das culturas no campo (Siqueira et al. 1993).

A pipericultura é uma das principais atividades agrícolas do Estado do Pará, a qual contribui com 84% da produção brasileira. O alto grau de resposta da pimenteira-do-reino aos fungos micorrízicos arbusculares foi demonstrado em mudas da cultivar Cingapura, oriundas de sementes, em substrato fumigado (Oliveira et al. 1984).

A micorrização das mudas de pimenteira-do-reino, cultivar Cingapura, oriundas de estacas herbáceas de 1 nó, em solo fumigado, proporcionou aumento médio de 59% na produção de massa seca e 61% no conteúdo de P, 9 meses após do transplântio para solo natural, evidenciando o benefício da micorrização de mudas de estacas por estes fungos do solo no crescimento e na absorção de P por plantas de pimenteira-do-reino, na fase de viveiro (Chu et al. 2001).

Para garantir o estabelecimento de fungos micorrízicos nas raízes da planta, o substrato fumigado geralmente é usado para a inoculação do fungo. Como o uso de brometo de metila, esterilizante do solo, foi proibido por questão ambiental, tornou-se necessário buscar outros métodos de desinfestação do solo, sem poluir o meio ambiente. A casca de arroz carbonizada é um substrato estéril muito usado pelos viveiristas e produtores para enraizamento das estacas de pimenteira-do-reino. Testes preliminares aplicando o inóculo de fungo micorrízico na casca de arroz carbonizada resultaram na micorrização de mais de 90% de estacas herbáceas de 1 nó, no

período de enraizamento (Chu & Duarte, 2002), evidenciando a possibilidade de se conciliar o enraizamento e a micorrização das estacas de pimenteira-do-reino num só procedimento.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a colonização radicular, a produção de massa seca e o conteúdo de nutrientes das mudras oriundas de estacas de um nó de pimenteira-do-reino, cv. Cingapura, durante a fase de viveiro, usando-se casca de arroz carbonizada, contendo o inóculo de fungos micorrízicos arbusculares ou não, como substrato para o enraizamento e a micorrização.

Material e Métodos

Os fungos micorrízicos arbusculares: *Scutellospora gilmorei* Walker & Sanders, *Scutellospora heterogama* Nicolson & Gerdemann e *Acaulospora* sp. foram previamente multiplicados em solo fumigado, tendo *Brachiaria decumbens* como planta hospedeira. Foram utilizadas bandejas de plástico de 18 x 40 x 60 cm, com fundo perfurado para facilitar a drenagem. As bandejas foram forradas com tela de nylon, para evitar a perda de casca de arroz carbonizada, a qual foi lavada logo após a queimada, para remoção da cinza. Nas bandejas, foi colocada, inicialmente, quantidade de casca de arroz suficiente para encher 2/3 do volume da bandeja. Por cima, foi espalhado 1,5 kg de solo – inóculo do fungo micorrízico e, por último, outra camada de aproximadamente 2 cm de espessura de casca de arroz carbonizada, para cobrir o solo-inóculo. Cada bandeja recebeu 50 estacas herbáceas com 1 nó e 1 folha (Fig. 1), da cultivar Cingapura (1º plantio: de novembro/2002 a janeiro/2003). A análise da casca de arroz carbonizada apresentou a seguinte composição química: N = 6,64 g/Kg; P = 1,51 g/kg; K = 2,88 g/kg; Ca = 4,14 g/Kg; Mg = 0,90 g/Kg. Foram usados solos-inóculo de 3 espécies de fungos: *S. gilmorei*, *S. heterogama* e *Acaulospora* sp., contendo aproximadamente $3,48 \times 10^4$, $2,280 \times 10^5$ e $1,755 \times 10^5$ esporos/1,5kg de solo, respectivamente.

No tratamento controle (não-inoculado), a mesma quantidade de solo fumigado (sem fungos micorrízicos) foi aplicada. Um túnel de plástico foi construído sobre as bandejas, para manter a umidade e evitar o ressecamento das estacas até a brotação da gema. Após 3 meses, foi avaliada a porcentagem de colonização radicular, retirando-se 15 estacas enraizadas aleatoriamente, por bandeja.

Para avaliar a sustentabilidade dos fungos micorrízicos no substrato, novas estacas da mesma cultivar foram enraizadas novamente, aos 6 meses (2º plantio: de maio/2003 a jul./2003) e aos 9 meses (3º plantio: de ago./2003 a out./2003) a contar da data do 1º plantio, no mesmo substrato de casca de arroz carbonizada. Na avaliação do 2º plantio, além da produção de massa seca, o conteúdo de nutrientes e a colonização radicular das estacas enraizadas, foram transplantadas outras 15 estacas enraizadas de cada tratamento, para sacos de plástico contendo 2 kg de solo de mata sem fumigação, coletado à profundidade de 0-20 cm, com a finalidade de avaliar o desenvolvimento das estacas micorrizadas na fase de formação de mudas. O solo de mata apresentou a seguinte composição química: pH (em água): 4,2; P: 12 mg/kg; K: 29 mg/kg; Ca: 0,6 mmol_c/dm³; Ca + Mg: 0,9 mmol_c/dm³; Al: 0,8 mmol_c/dm³. As análises foram feitas de acordo com Manual de Métodos de Análise de Solo (Claessen, 1997), usando extratores de Mehlich 1 para P e K, e KCl 1N para Ca, Ca+Mg e Al. Todas as plantas receberam 3 aplicações de solução nutritiva na quantidade de 10 mL por planta, durante a fase de formação de mudas (Bolly-Jones, 1956).

O experimento consistiu de quatro tratamentos, sendo três espécies de fungos micorrízicos, mais o controle não-inoculado. O delineamento experimental usado foi inteiramente casualizado para a fase em bandeja (3 bandejas por tratamento e 50 estacas por bandeja) e de blocos ao acaso para a fase de recipiente com 3 repetições, usando-se 5 plantas, por repetição. Na avaliação, as plantas foram seccionadas na região do coleto, sendo a parte aérea lavada com água destilada e seca em estufa, com ventilação forçada a 65 °C durante 1 semana, até atingir o peso constante para determinação da produção de massa seca.

As raízes foram lavadas com água corrente e conservadas em FAA (formaldeído 40%: álcool 50%: ácido acético = 13ml: 200ml: 5ml) para coloração e determinação da colonização radicular posterior, segundo o método descrito por Phillips & Hayman, adaptado por Abbott & Robson (1981). A porcentagem de colonização radicular foi determinada pela observação microscópica de 25 segmentos de raízes, por repetição, com aproximadamente 1 cm de comprimento (Giovannetti & Mosse, 1980). Foram avaliadas a colonização radicular, a produção de massa seca da parte aérea e o conteúdo nutricional das mudas inoculadas, 3 meses após o transplante. Os dados foram analisados pelo programa Estat, desenvolvido pela Unesp de Jaboticabal, e a comparação de média pelo teste de Tukey, em 5% de significância.

Foto: Elisabeth Ying Chu



Fig. 1. Estaca herbácea de um nó de pimenteira-do-reino, cultivar Cingapura.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos na Tabela 1, mostraram que as médias de colonização radicular das estacas pré-enraizadas nos substratos contendo inóculos de *S. gilmorei* e *Acaulospora* sp. foram mais elevadas que aquelas enraizadas em substrato inoculado com *S. heterogama*, nos 3 plantios. A média de colonização radicular observada aos 9 e 12 meses após a aplicação inicial de inóculo na casca de arroz carbonizada foi maior do que aos 3 meses, para tratamentos com *S. gilmorei* e *Acaulospora* sp., enquanto para tratamento com *S. heterogama*, não houve aumento em colonização radicular nos 3 plantios. A porcentagem de colonização radicular variou de 0% a 91,6% nos 3 plantios. As estacas pré-enraizadas no substrato contendo inóculos de *S. gilmorei* e *Acaulospora* sp. apresentaram índice de 100% de colonização radicular já no 1º plantio, enquanto que aquelas pré-enraizadas em substrato inoculado com *S. heterogama* apresentaram 93% de colonização radicular. Nos 2º e 3º plantios, todas as estacas enraizadas no substrato de casca de arroz contendo inóculos de fungos micorrízicos foram colonizadas (índice de 100%). A grande diferença na porcentagem de colonização radicular, com diferentes combinações planta-fungo é, freqüentemente, observada e a rapidez com que a colonização das raízes inicia, depende da taxa de crescimento das hifas (Smith & Read, 1997). Como este foi o primeiro trabalho de inoculação de fungos micorrízicos no substrato de casca de arroz carbonizada, o

comportamento da espécie de *S. heterogama* em colonizar as raízes da planta foi distinto daquele, quando se usa o solo como substrato. A razão para isso não ficou bem clara, neste trabalho. A colonização radicular foi observada também nas estacas enraizadas do tratamento controle (sem uso de inóculo de fungo micorrízico), por causa, provavelmente, da contaminação durante o período do experimento. Aumentos no número e no crescimento de raízes em estacas de pimenteira-do-reino foram obtidos por Thanuja et al. (2002), quando usaram substrato de areia contendo inóculo de fungos micorrízicos para enraizamento e micorrização. Nessa pesquisa, a colonização radicular variou entre os tratamentos de fungo, sendo a maior porcentagem de 79,6%, encontrada nas plantas micorrizadas com *A. laevis*.

Tabela 1. Média, variação e índice de colonização radicular em estacas de pimenteira-do-reino, cv. Cingapura, em 3 épocas de plantio, realizados na mesma casca de arroz carbonizada contendo inóculos de fungos micorrizicos ou não, no período de 3 meses, para cada plantio (média de 15 estacas).

Tratamento	Média de colonização radicular ¹			Variação na colonização radicular ²			Índice de colonização radicular ³		
	(%)			(%)			(%)		
	1ºplantio	2ºplantio	3ºplantio	1ºplantio	2ºplantio	3ºplantio	1ºplantio	2ºplantio	3ºplantio
Controle	0	0,3	0,25	0	0-4,4	0-1,2	0	6	20
Sg	52,9	79,3	76,3	20,4-87,6	42,9-98,4	62-85,2	100	100	100
A sp.	31,2	80,4	84,1	20-87,6	63,6-91,6	41,6-90,8	100	100	100
Sh	13,2	21,6	14,4	0-40,4	1,2-49,6	4,8-24,4	93	100	100

¹ Média de colonização radicular = somatório de % de colonização radicular das amostras de raízes/nº total de amostras.
² Variação = valores mínimo e máximo das colonizações radiculares.
³ Índice de colonização radicular = (nº de amostras de raízes com colonização/nº total de amostras de raízes por tratamento) x 100.
Sg = *S. gilmorei*, A sp. = *Acaulospora* sp., Sh = *S. heterogama*.

O efeito benéfico dos fungos micorrízicos arbusculares em promover o crescimento das plantas pode ser observado no substrato de casca de arroz carbonizada, utilizado para enraizamento das estacas (Fig. 2). Foram obtidos aumentos de 76% na produção de massa seca da parte aérea das mudas de pimenteira-do-reino micorrizadas com espécie de *S. heterogama*, durante a avaliação da 2ª época de plantio e de 249% na avaliação do 3º plantio, em relação às estacas do tratamento controle, não micorrizado. Não houve diferença significativa entre os demais tratamentos, nas 2 avaliações. As mudas do 3º plantio apresentaram aumentos de 91%, 36% e 52% na produção de massa seca, respectivamente, para os tratamentos com *Acaulospora* sp., *S. heterogama* e *S. gilmorei*, enquanto o tratamento

controle apresentou redução de 46%, nas mudas do 2º plantio (Fig. 3). O principal mecanismo dos fungos micorrízicos em aumentar a absorção de nutrientes é aumentar a área de absorção das raízes pela formação de massa micelial ao redor das mesmas, uma vez que a micorriza é formada dentro das raízes (Sieverding, 1991). A densidade do micélio e a sua extensão no substrato são altamente dependentes da espécie de fungo (Abbott & Robson, 1985). Embora a taxa de colonização de *S. heterogama* tenha sido bem menor do que a taxa colonização apresentada por *Acaulospora* e *S. gilmorei*, as estacas micorrizadas com *S. heterogama* tiveram maior produção de massa seca da parte aérea.

A literatura mostra que a maioria dos trabalhos sobre eficiência de fungos micorrízicos mostrou uma relação positiva entre o crescimento da planta e a porcentagem de colonização radicular. Resultado semelhante foi obtido por Sato et al. (1999), após inocular plântulas de gerbera oriundas de micropropagação com *Glomus etunicatum*, o que resultou em menor colonização radicular e maior produção de massa seca na parte aérea da planta.



Foto: Elisabeth Ying Chu

Fig. 2. Mudras de estacas de pimenteira-do-reino, cv. Cingapura enraizadas em casca de arroz carbonizada, contendo ou não inóculo de fungos micorrízicos arbusculares, 3 meses após o plantio (Cont. = controle sem inóculo de fungo micorrízico, Ac = *Acaulospora* sp., Sh = *Scutellospora heterogama*, Sg = *Scutellospora gilmorei*).

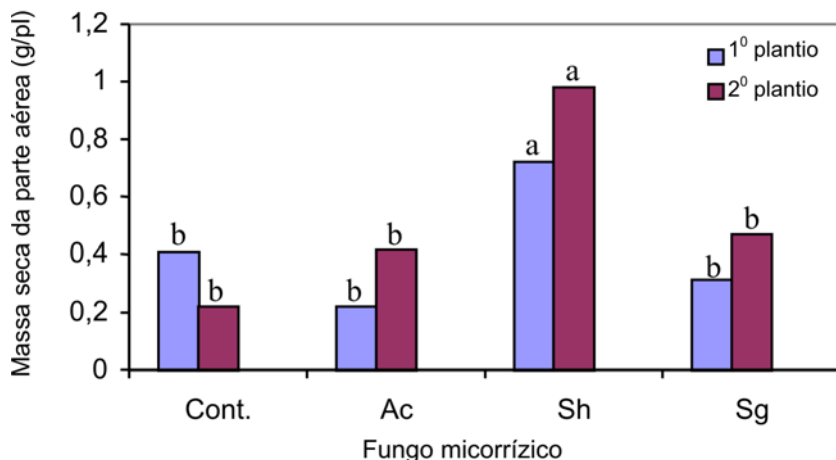


Fig. 3. Produção de massa seca da parte aérea de mudras provenientes de estacas de pimenta-do-reino, cv. Cingapura de 2º e 3º plantios enraizadas e micorrizadas na mesma casca de arroz carbonizada, contendo ou não inóculo de fungos micorrízicos arbusculares (Cont. = controle sem inóculo de fungo micorrízico, Ac = *Acaulospora* sp., Sh = *Scutellospora heterogama*, Sg = *Scutellospora gilmorei*).

As análises químicas da parte aérea das plantas enraizadas do segundo plantio evidenciaram a maior absorção de macronutrientes e Zn nas mudras micorrizadas com *S. heterogama*, enquanto que no terceiro plantio, somente a absorção de K, Ca e Mg foram superiores em mudras do mesmo tratamento de fungo, em relação aos demais tratamentos (Tabela 2). O aumento na absorção dos nutrientes refletiu no maior acúmulo de massa seca das plantas colonizadas pelo *S. heterogama*, evidenciando a eficiência desse fungo em promover o crescimento e a absorção de nutrientes das mudras de pimenteira-do-reino, cv. Cingapura. A casca de arroz carbonizada é um material que passou pelo processo de calcinação. Com o tempo, a casca de arroz carbonizada libera alguns minerais não-voláteis, que são absorvidos e transportados pelo micélio para dentro da raiz. Como no tratamento controle, a área no substrato de casca de arroz carbonizada, explorada pelas raízes da estaca, é bem menor do que a da área explorada por estacas micorrizadas. Consequentemente, o aproveitamento dos nutrientes também é bem menor. Sem auxílio de micélio na absorção de nutrientes, as estacas do tratamento controle tiveram a produção de massa seca reduzida com o aumento na frequência de reutilização da casca de arroz carbonizada.

Tabela 2. Conteúdo de nutrientes em estacas de pimenteira-do-reino, cv. Cingapura, em dois plantios na mesma casca de arroz carbonizada, contendo inóculos de fungos micorrízicos com duração de 3 meses cada plantio (média de 15 estacas).

	Tratamento						Nutriente (mg/planta)							
	N		P		K		Ca		Mg		Cu		Zn	
	P 2	P 3	P 2	P 3	P 2	P 3	P 2	P 3	P 2	P 3	P 2	P 3	P 2	P 3
Controle	3,9 b	8,6 ab	1,6 b	1,7 a	0,9 b	1,1 b	1,8 b	1,5 b	2,3 b	1,8 b	0,05 a	0,05 a	0,03 b	0,02 a
Sh	14,7 a	20,8 a	4,5 a	5,2 a	1,7 a	2,7 a	4,0 a	6,1 a	5,1 a	7,6 a	0,04 a	0,3 a	0,07 a	0,08 a
Sg	5,4 b	9,7 ab	1,8 b	4,4 a	0,8 bc	1,9 ab	1,4 b	2,7 b	1,3 b	2,4 b	0,03 a	0,06 a	0,02bc	0,04 a
Ac	3,9 b	8,6 ab	1,0 b	3,7 a	0,7 c	0,9 b	1,0 b	2,1 b	1,1 b	2,0 b	0,02 a	0,08 a	0,01 c	0,03 a
CV (%)	17,4	50,5	25,1	47,6	6,6	38,6	14,8	45,3	17,1	42,6	40,4	132,4	17,7	78,3

P2 = Plantio 2; P3 = Plantio 3.

Sh = *Scutellospora heterogama*; Sg = *Scutellospora gilmorei*; Ac = *Acaulospora* sp.

Os efeitos benéficos da micorrização das estacas continuaram evidentes, mesmo 3 meses após o transplântio das estacas enraizadas para saco de plástico preto, contendo solo natural não- fumigado. As mudas de estacas micorrizadas com *S. heterogama* apresentaram o maior crescimento (Fig. 4).



Fig. 4. Mudras provenientes de estacas de pimenta-do-reino, cv. Cingapura em casca de arroz carbonizada contendo ou não inóculo de fungos micorrízicos arbusculares, 3 meses após o transplântio para saco de plástico preto, contendo solo natural (Cont. = controle sem inóculo de fungo micorrízico, Ac = *Acaulospora* sp., Sh = *Scutellospora heterogama*, Sg = *Scutellospora gilmorei*).

Observou-se que a produção de massa seca da parte aérea das mudas micorrizadas foi significativamente superior às mudas do tratamento controle, sem micorrização. Os incrementos foram de 249%, 90% e 63%, respectivamente, para os tratamentos com *S. heterogama*, *S. gilmorei* e *Acaulospora* sp. A porcentagem de colonização radicular não apresentou diferença entre os fungos testados (Fig. 5). Embora as mudas do tratamento controle tenham sido colonizadas por fungos micorrízicos arbusculares existentes no solo natural, a eficiência desses fungos nativos em promover o crescimento das mudas, não foi observada. Os resultados das análises químicas da parte aérea da planta mostraram que o tratamento de *S. heterogama*, o qual promoveu o maior aumento da produção de massa seca da parte aérea da planta, continuou também a absorção dos macronutrientes, Cu e Zn nas mudas provenientes de estacas de pimenteira-do-reino micorrizadas, mesmo depois do transplântio destas para solo natural (Tabela 3).

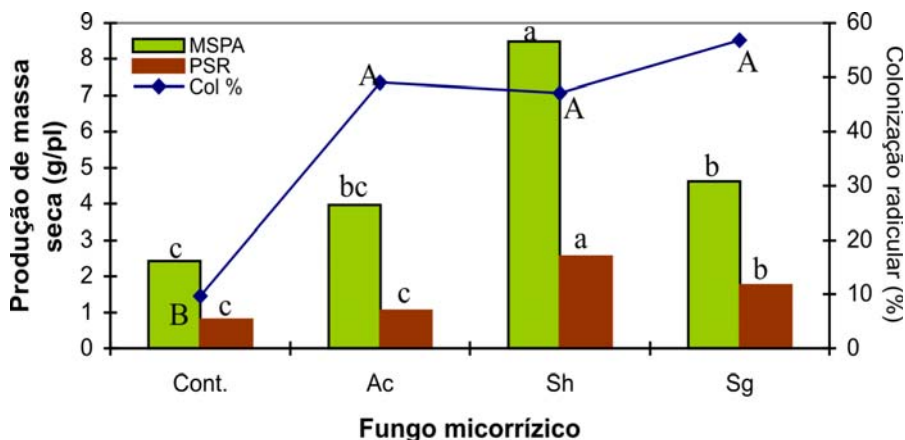


Fig. 5. Produção de massa seca (MSPA = da parte aérea e MSR = da raiz) e colonização radicular (%) das mudas provenientes de estacas de pimenta-do-reino, cv. Cingapura, enraizadas em casca de arroz carbonizada, contendo ou não inóculo de fungos micorrízicos arbusculares, 3 meses após o transplântio para saco de plástico preto contendo solo natural (Cont. = controle sem inóculo de fungo micorrízico, Ac = *Acaulospora* sp., Sh = *Scutellospora heterogama*, Sg = *Scutellospora gilmorei*).

Tabela 3. Conteúdo de nutrientes em mudras provenientes de estacas de pimenteira-do-reino, cv. Cingapura, micorrizadas em casca de arroz carbonizada, contendo inóculos de fungos micorrízicos ou não, 3 meses após o transplante para o saco de plástico preto contendo solo natural (média de 3 repetições e 5 plantas por repetição).

Tratamento	Nutriente (mg/pl)						
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn
Controle	73,9 b	4,9 c	36,3 b	25,6 b	18 c	0,07 b	0,031 b
Sh	158,2 a	19,1 a	154,6 a	65,5 a	50,6 a	0,23 a	0,081 a
Sg	79,3 b	12,8 ab	47,7 b	41,1 b	37,3 ab	0,16 ab	0,036 b
Ac	73,9 b	10,5 bc	36,9 b	40,2 b	33,7 b	0,14 ab	0,42 b
CV (%)	23,24	29,29	30,59	22,10	20,39	28,11	34,71

Sh = *Scutellospora heterogama*; Sg = *Scutellospora gilmorei*; Ac = *Acaulospora sp.*

Conclusões

- A casca de arroz carbonizada pode substituir o solo fumigado para a micorrização, e ao mesmo tempo, para o enraizamento de mudras de pimenteira-do-reino.
- O grau de eficiência em promover o crescimento das mudras de pimenteira-do-reino varia entre diferentes espécies de fungo micorrízico arbuscular no substrato de casca de arroz carbonizada.
- *Scutellospora heterogama* é a espécie mais promissora para ser usada na micorrização de estacas de pimenteira-do-reino, em substrato de casca de arroz carbonizada.
- A casca de arroz carbonizada contendo o inóculo de fungos micorrízicos arbusculares pode ser reusada em 1 período de 12 meses, pelo menos, sem perder a capacidade de colonizar as raízes da planta.
- A micorrização das estacas de pimenteira-do-reino beneficia o crescimento e a absorção de nutrientes das mudras de pimenteira-do-reino.

Referências Bibliográficas

ABBOTT, L. K; ROBSON, A. D. Infectivity and effectiveness of five endomycorrhizal fungi: competition with indigenous fungi in field soils. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v.32, p.621-630, 1981.

ABBOTT, L. K; ROBSON, A. D. Formation of external hyphae in soil by four species of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. **New Phytologist**, London, v.97, p.437 - 446, 1985.

BOLLY-JONES, E. W. Visual symptoms of mineral deficiencies of *Hevea brasiliensis*. **Journal of Rubber Research Institute of Malaysia**, Kuala Lumpur, v.14 p.495-579, 1956.

CHU, E. Y.; DUARTE, M. L.; MAKI, H. J. O. **Efeito de fungos micorrizicos arbusculares na formação de mudras de pimenteira-do-reino**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 18p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 1).

CHU, E. Y.; DUARTE, M. L. **Avaliação da casca de arroz carbonizado como novo substrato para inoculação de fungos micorrizicos arbusculares em pimenta-do-reino**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado Técnico, 60).

CLAESEEN, M. E. C. (Org.) **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa - CNPS, 1997. 212p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1).

GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. Na evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, London, v.84, p.489-500, 1980.

OLIVEIRA, E.; SOUZA, P.; MATOS, A. O. Endomicorrizodependência da pimenta-do-reino. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.9, p.427, 1984.

SAGGIN-JÚNIOR, O. J.; SIQUEIRA, J. O. Micorrizas arbusculares em cafeeiro. In: SIQUEIRA, J.O. (Ed.) **Avanço em fundamentos e aplicação de micorrizas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1996. p.203-254.

SATO, A. Y.; NANNETTI, D. C.; PINTO, J. E. B. P.; SIQUEIRA, J. O.; BLANK, M. F. A. Fungos micorrizicos arbusculares no desenvolvimento de mudras de helicônia e gérbera micropropagadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v., 17, n.1, p.25-28, 1999.

SIEVERDING, E. **Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystem**. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, 1991. 371p.

SMITH, S. E.; READ, D. J. Mycorrhizas in managed environments: forest production, interaction with other microorganisms and pollutants. In: SMITH, S.E.; READ, D.J. (Ed.) **Mycorrhizal symbiosis**. London: Academic Press, 1997. p.470-489.

SIQUEIRA, J. O.; COLOZZI-FILHO, A.; SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; GUIMARÃES, P.T.G.; OLIVEIRA, E. Crescimento de mudras e produção do cafeeiro sob influência de fungos micorrízicos e superfosfato. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, n.1, p.53-60, 1993.

THANUJA, T. V.; HEGDE, R. V.; SREENIVASA, M. N. Induction of rooting and root growth in black pepper cuttings (*Piper nigrum* L.) with the inoculation of arbuscular mycorrhizae. **Scientia Horticulturae**, v.92, p. 339-346, 2002.

VINAYAK, K.; BAGYARAJ, D. J. Vesicular-arbuscular mycorrhizae screened for *Troyer citrange*. **Biology and Fertility of Soils**, v.9, n.4, p.311-314, 1990.



Amazônia Oriental